

生徒発表

本校におけるミニ電車の製作のあゆみ

——魅力ある教育実践と地域活動への参加——

愛知県立瀬戸窯業高等学校 電子機械科 ミニ電車班

原 圭祐・濱口 公宏・伊藤 太一・上拾石 雅浩

岡田 健太・梶田 隼・河内 慎弥・讃井 教勉

讃井 大貢・水谷 圭佑・水谷 亮太

指導教員 高須 泰彰・藤森 貴仁

1. はじめに

本校電子機械科では、平成18年度に3年生の科目「課題研究」においてミニ電車を製作し、以降その電車の改良等を繰り返しながら、子供を対象とした地域のイベントに参加している。この取組をととして、私たちが本校での学習に対する自信と誇りを培い、学習に前向きになるとともに、地域の方に本校に対する親しみを感じていただく機会としている。

製作するきっかけは、平成8年度以前に本校で製作、運行していたミニ電車があったことから、地元の瀬戸市から平成18年度に開催する「101年目のせとでん展」にミニ電車を走らせて欲しいとの依頼があり、運行のために車体とレールを新しく製作したことから始まった。その後、イベントでの雄姿を見た様々な団体から出動依頼があり、今日までミニ電車を運行してきた。ミニ電車を地域活動に出展・運行した6年間の取組を表1にまとめた。

2. 主な製作物

(1) 線路（レール）

本物の鉄道の8.4分の1で、軌間127mm仕様の線路を製作している。

ア 直線レール

平成18年度から3年間かけて製作した。レール1本あたりの長さは1500mmであり、同一規格のレールを製作するための治具も作った。枕木と接続金具・ナットを溶接して1本のレール

	主な製作物	参加した乗車イベント等
平成18年度	平 成 18 年 度 電車の車体製作 直線レールの製作 客車の製作	・「101年目のせとでん展」での乗車イベント（平成18年9月16日～17日） ・尾張旭中学校文化祭への協力（平電車成18年9月26日） ・瀬戸市末広商店街クリスマスイベント（平成18年12月24日） ・瀬戸市末広商店街ひなまつりイベント（平成19年3月3日）
平成19年度	平 成 19 年 度 チョップ制御の電車の製作 直線レールの製作 客車の台車改良	・瀬戸市銀座通商店街「銀座緑日」（平成19年6月23日） ・尾張旭中学校文化祭への協力（平成19年9月26日） ・名鉄尾張旭駅前「ふれあいクリスマスフェスタ」（平成19年12月25日）
平成20年度	平 成 20 年 度 空気ブレーキ付電車の製作 駅名標の製作 客車の製作	・瀬戸市銀座通商店街「銀座緑日」（平成20年6月22日） ・「夏休み！チャレンジフェスタ」（平成20年8月2日） ・尾張旭中学校文化祭への協力（平成20年9月26日） ・まるっと瀬戸っ子フェスタ（平成20年11月9日） ・名鉄尾張旭駅前「ふれあいクリスマスフェスタ」（平成20年12月25日）
平成21年度	平 成 21 年 度 ブレーキの改良に伴う電車の改造 カーブレールの製作	・尾張旭市旭丘児童館こどもまつり（平成21年5月8日） ・「夏休み！チャレンジフェスタ」（平成21年8月2日） ・尾張旭市民祭（平成21年10月10日） ・トーエネック「感謝祭」への貸し出し（平成21年10月31日～11月1日） ・名鉄尾張旭駅前「ふれあいクリスマスフェスタ」（平成21年12月25日）
平成22年度	平 成 22 年 度 バッテリーの接続線対策改造 空気ブレーキの2段階化改造 制御回路のマイコン化改造 総括制御化改造 以上を反映させた新電車の製作 総括制御による運行	・尾張旭市旭丘児童館こどもまつり（平成22年5月7日） ・「夏休み！チャレンジフェスタ」（平成22年8月8日） ・尾張旭市民祭（平成22年10月9日）→雨天中止 ・あいちゃんフェスタ（平成22年11月7日） ・名鉄尾張旭駅前「ふれあいクリスマスフェスタ」（平成22年12月25日）
平成23年度	平 成 23 年 度 運転席および客車の座席の改良 制御信号線コネクタ取付部の改良 動力用ブレーカの定格電流増強 踏切警報器の製作 信号機の製作 警笛の製作と既存の電車への取付	・「夏休み！チャレンジフェスタ」（平成23年8月7日） ・尾張旭市民祭（平成23年10月8日） ・あいちゃんフェスタ（平成23年11月5日） ・尾張旭市旭丘児童館こどもまつり（平成23年11月12日） ・トーエネック感謝祭（平成23年11月26日～11月27日） ・名鉄尾張旭駅前「ふれあいクリスマスフェスタ」（平成23年12月25日）

表1 6年間の取組について

が完成する。3年間で製作した80本の線路を全て接続すると120mになる。

イ カーブレール

これまで直線のレールしかなかったが、イベント会場によっては、カーブを設定しなければならないことから、平成21年度に半径10mのカーブレールを48本製作した。運搬のことを考慮し360°を7.5°ずつ分割し設計した。開発の途中で軌間127mmのままで製作すると車輪のフランジがレールに接触して曲がりきれずに脱線してしまうことが分かったので、曲がりやすくするために軌間を3mm広げた。また、レールと枕木を治具にはめ込み動かないようにして溶接することで曲率を維持した。

ウ ジョイントレール

直線レールとカーブレールは軌間が異なるため、接続にはジョイントレールが必要となるので、平成21年度に8本製作した。1本あたりの長さは300mmである。

(2) 電車

電車は平成19、20、22年度に新造し、平成21年度は平成20年度製のものをベースに改良した。共通仕様は、軌間127mm、フレーム長1200mm、フレーム幅340mm、モーター出力80W×2で電源は自動車用12Vバッテリーである。

ア 車体

車体は木製で2つある。1つは平成18年度に、本校デザイン科の協力により製作したもので、昭和53年まで地域の私鉄を走り、「瀬戸電」の愛称で親しまれてきた電車。製作当初は光らなかった前照灯・尾灯を、平成19年度にLEDを用いて光るように改造した。しかし、モーターの負荷が大きいと前照灯が時折消えてしまう不具合が生じたので、前照灯だけは平成20年度にハロゲンランプに交換した。

2つ目の車両は、現在も地域の瀬戸線で運行されている電車をモデルにして平成22年度に製作した。製作当初は前半分だけだったが、今年（平成23年度）は、車体を2分割にしたうえで全体を形作った。ライトも極力本物に近いも

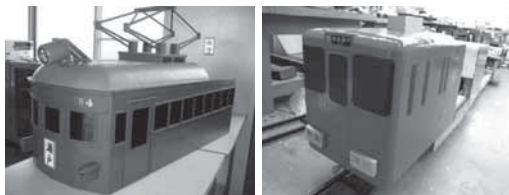


写真1 製作した車体

（左：平成18年度製作，右：平成22年度製作）

のを作り、光るようにした。今後は、行き先表示器を可変できるようにしたいと考えている。写真1は製作した2つの車体。

イ 制御回路およびコントローラ

平成18年度の「101年目のせとでん展」への出展時は、車体は新しいものだったが、制御回路は平成8年度以前に製作したものを使用していた。この制御回路は、抵抗器を電磁リレーにより繋ぎ替えることでモーターの印加電圧を変化させるものだったので、エネルギーのロスが大きく、また、抵抗器が高温になることから運行の際にやけどをする恐れがあった。また、1回のイベントでバッテリーを数回交換しなければならないなどの課題もあった。

そこで、平成19年度にはPWM信号により速度制御する、いわゆるチョップ制御方式を設計・製作し、新造した電車の制御回路とした。制御方法を変更した結果、運行が1時間程度のイベントではバッテリーを交換する必要がなくなった。また、高温になる部分がなくなり、安全面についても改善できた。

しかし、この平成19年度製の電車の制御回路は4段であったので、低速域でのノッチ切り替えの際の衝撃が課題であった。そこで、円滑な運行を目指して、平成20年度製の電車では、制御回路を6段とした。また、平成21年度に改良する空気ブレーキに対応するために電磁弁の制御回路を追加したり、モーターの負荷が大きくなった程度では頻繁にブレーキが遮断しないようにするためにFETの個数を増やしてブレーキの許容電流を20Aから30Aに変更するなど回

路を増強させた。

また、当初のコントローラはアルミ板2枚を繋ぎ合わせただけの簡素なものであり、回路がほとんど露出していて、何かのはずみでショートしてしまう危険性があった。制御回路の主要な部分も電車のフレーム上の木板に固定されているだけの簡素なものであった。そこで、本物の電車を参考にして、本格的な箱状のコントローラボックスを作成し、制御回路のほとんどをこの箱の中に収めるようにした。収まらなかった制御回路は、電車の台車間の床下に箱を取り付け、その中に大電流が流れる部分と電磁弁を収めた。さらに、空気ブレーキに対応させるために、供給空気圧計とシリンダ空気圧計を追加した（写真2）。

平成22年度製の電車では、回路を簡素化するために、数個のデジタルICからワンチップマイコン2個を使用した仕様に変更した。制御回路のマイコン化により、プログラムの入力次第でモーターに流れる電流をコントロールできるようになったため、コントローラをいきなり最速にしても急加速せずに徐々に速度が上がり、結果として過電流を防ぐこともできた。

また、ブレーキの2段階化に必要な電磁弁を追加設置するための電磁弁ドライブ回路の追加や、大電流で高温になり破損しやすい部分への放熱ファンの設置もした。

ウ ブレーキシステム

本物の電車では空気圧でブレーキを動作させる空気ブレーキを設けている。それに着目し、平成21年度は電車の台車にブレーキの機構部を4組分組み込み、ブレーキパッドを各車輪に

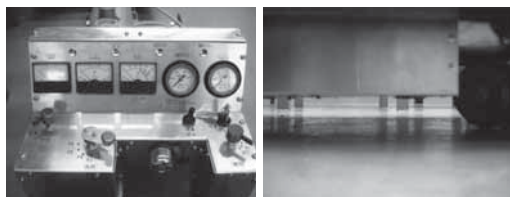


写真2 電車のコントローラと回路収納箱

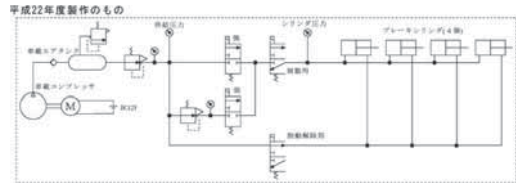


図1 ブレーキの空気圧回路図

押し当てる方式を取り入れた（図2）。通常のエアシリンダを利用すると台車に組み込むスペースが足りないので、エアシリンダを小さくし複動式としたが、それでも既存の台車に組み込むことができなかった。そのため、地上高を60mm高くした台車枠を新造して、できたスペースにブレーキの機構部を収めることにした。また、空気圧を確保するため、大型トラックのホーン用の直流12V駆動のコンプレッサを電車に搭載した（写真3）。

エ 警笛

平成23年度電子回路による警笛を作成し、改良した電車に取り付けた。実在する電車により近い音色が出せるよう工夫した。

(3) 客車

従来の客車の車体は幅が狭いため、幼児は着席できるものの、小学生でも体格の大きい児童には窮屈なものだった。そこで、平成20年度に客車の車体幅を360mmに広げ、平成23年度には乗り心地を改善するため、座席に防水クッションを取り付けた。

(4) 総括制御

平成18年度から電車を継続して製作してきた。その結果、走行性能・ブレーキ性能・制御信号の規格が同一のものを2両同時にイベント

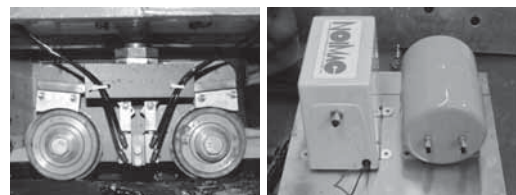


写真3 空気ブレーキ

（左：ブレーキ付台車、右：空気圧縮機）

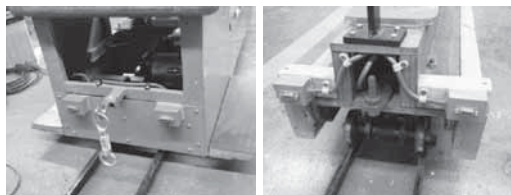


写真4 制御信号線コネクタ

に出展できるようになった。そこで、平成23年度は、客車を挟むように前後に電車を連結し、片方の電車から編成全体を制御して走行する、総括制御ができるように改良した。

電車には、連結面に制御信号線コネクタを取り付け、制御基板とケーブルで配線した。客車には、両端に制御信号線コネクタを取り付け、双方をケーブルで配線した(写真4)。

(5) その他の製作物

平成20年度に自立した駅名標を作成した(写真5)。両面マグネット対応のホワイトボードを使用した。イベントに応じて予めマグネットシートに印刷した駅名を貼り付け、ミニ電車の全体の雰囲気を盛り上げるとともに、乗車場所や降車場所の目印としても活用している。

また、平成23年度には、踏切警報器(写真6)と信号機(写真7)を作成した。踏切警報器は、本物に近い警報音が鳴る。



写真5 駅名標

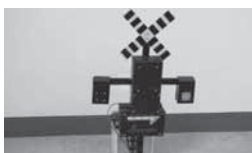


写真6 踏切警報



写真7 信号機



写真8 イベント風景

左：あいちゃんフェスタ 右：尾張旭市旭丘児童館こどもまつり

3. 乗車イベント

表1のとおり、毎年数回、乗車イベントを行っている。この乗車イベントは、どこへ行っても人気が高く、長蛇の列ができるほど。また、同じ子供が何回も乗りたがることから、やむを得ずリピータ制限をしているほど。

また、新聞や地元ケーブルテレビ局、コミュニティFM局などのマスコミにもニュースで何度も取り上げられている。

4. おわりに

私たちは、地域に愛され永年親しまれてきた「瀬戸電」を地域の子供に知ってもらい、楽しんでもらいたいと思い、これまで多くの地域イベントに参加してきた。製作の過程では、より安全に運行できる、また、より本物らしい電車の製作を心がけ、日頃学んでいる知識と技術を精一杯活用して、改良したり、新たに作成したりしてきた。そのため、イベントに参加して、子供の喜ぶかを顔を見ると、より良いものを作りたいという欲求が生まれてきた。また、毎年参加しているイベントもあるので、改良の手を緩める訳にはいかない。瀬戸窯業高校で学んだ知識や技術が確かであることを地域の方に理解してもらいたい機会だからだ。今後も後輩が、線路の分岐器や電車の可変式行先表示器の作成などの課題を克服し、先輩から受け継いだ財産を大切にしてくれることを願っている。

工業教育資料 通巻第 343 号

(5月号) 定価 210 円 (本体 200 円)

2012 年 5 月 5 日 印刷

2012 年 5 月 10 日 発行

印刷所 株式会社インフォレスト

© 編集 実教出版株式会社

代表者 戸塚雄次

〒102 東京都千代田区五番町 5 番地

-8377 電話 03-3238-7777

<http://www.jikkyo.co.jp/>